日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: ２００２年１０月１６日

出願番号
Application Number: 特願２００２－３０１８９６

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－３０１８９６]

出願人
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

２００３年　８月　４日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号　出証特２００３－３０６２１１４

【書類名】　特許願

【整理番号】　P006665

【提出日】　平成14年10月16日

【あて先】　特許庁長官　殿

【発明者】

【住所又は居所】　神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】　大石　洋正

【特許出願人】

【識別番号】　000153878

【氏名又は名称】　株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】　山崎　舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　002543

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【プルーフの要否】　要

【書類名】　　明細書

【発明の名称】　レーザ照射装置

【特許請求の範囲】

【請求項１】

レーザ発振器と、

被照射面におけるビームスポットが線状または楕円状になるように前記レーザ発振器から出力されたレーザ光を加工する第１光学系と、

前記加工されたレーザ光の偏光の分岐比を制御する第２光学系と、

偏光方向に依存する透過率を有する第３光学系と、

前記加工されたレーザ光を前記被照射面に対して偏向させる偏向手段と、

前記ビームスポットを前記被照射面上の任意の座標に結像させる第４光学系とを有することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項２】

レーザ発振器と、

被照射面におけるビームスポットが線状または楕円状になるように前記レーザ発振器から出力されたレーザ光を加工する第１光学系と、

前記加工されたレーザ光の偏光の分岐比を制御する第２光学系と、

偏光方向に依存する反射率を有する第３光学系と、

前記加工されたレーザ光を前記被照射面に対して偏向させる偏向手段と、

前記ビームスポットを前記被照射面上の任意の座標に結像させる第４光学系とを有することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項３】

請求項１又は請求項２において、前記レーザ光の偏光の分岐比を制御する手段は、１／２λ波長板であることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項４】

請求項１乃至請求項３のいずれか一項において、前記偏向手段はポリゴンミラーまたはガルバノミラーであることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項５】

請求項１乃至請求項４のいずれか一項において、前記結像光学手段はｆθレン

ズであることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項６】

請求項１乃至請求項５のいずれか一項において、前記レーザ発振器は連続発振の固体レーザであることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項７】

請求項１乃至請求項６のいずれか一項において、前記レーザ発振器は連続発振のＹＡＧレーザ、YVO_4レーザ、ＹＬＦレーザ、$YAlO_3$レーザ、Y_2O_3レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライドレーザ、Ｔｉ：サファイアレーザから選ばれた一種であることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項８】

請求項１乃至請求項５のいずれか一項において、前記レーザ発振器は連続発振のＡｒレーザまたはＫｒレーザであることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項９】

請求項１乃至請求項７のいずれか一項において、前記レーザ光は第２高調波であることを特徴とするレーザ照射装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体膜などをレーザ光を用いて結晶化又はイオン注入後の活性化をするレーザ照射装置に関する。本発明は、多結晶質あるいは多結晶質に近い状態の半導体膜にレーザ照射し、半導体膜の結晶性を向上させるレーザ照射装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年、基板上にＴＦＴを形成する技術が大幅に進歩し、アクティブマトリクス型の半導体表示装置への応用開発が進められている。特に、多結晶半導体膜を用いたＴＦＴは、従来の非晶質半導体膜を用いたＴＦＴよりも電界効果移動度（モビリティ）が高いので、高速動作が可能である。そのため、従来基板の外部に設けられた駆動回路で行っていた画素の制御を、画素と同一の基板上に形成した駆

動回路で行う技術開発が進められている。

【０００３】

ところで半導体装置に用いる基板は、コストの面から単結晶シリコン基板よりも、ガラス基板が有望視されている。ガラス基板は耐熱性に劣り、熱変形しやすいため、ガラス基板上にポリシリコンＴＦＴを形成する場合には、ガラス基板の熱変形を避けるために、半導体膜の結晶化にレーザアニールが用いられる場合が多い。

【０００４】

レーザアニールの特徴は、輻射加熱或いは伝導加熱を利用するアニール法と比較して処理時間を大幅に短縮できることや、半導体基板又は半導体膜を選択的、局所的に加熱して、基板に殆ど熱的損傷を与えないことなどが挙げられる。

【０００５】

なお、ここでいうレーザアニール法とは、半導体基板又は半導体膜に形成されたアモルファス層を再結晶化する技術や、基板上に形成された非晶質半導体膜を結晶化させる技術を指している。また、半導体基板又は半導体膜の平坦化や表面改質に適用される技術も含んでいる。

【０００６】

レーザアニールに用いられるレーザはその発振方法により、パルス発振と連続発振の２種類に大別される。近年では、半導体膜の結晶化においてパルス発振のレーザよりも連続発振のレーザを用いるほうが、半導体膜内に形成される結晶の粒径が大きくなることが見出されている。半導体膜内の結晶粒径が大きくなると、該半導体膜を用いて形成されるＴＦＴのチャネル領域における粒界の数が減るので移動度が高くなり、より高性能のデバイスの開発に利用できる。そのため、連続発振のレーザはにわかに脚光を浴びている。

【０００７】

また、半導体または半導体膜のレーザアニールを行う際に、レーザから発振されたレーザビームを被照射面において線状または楕円状となるように光学系で加工して、ビームスポットを被照射面に対して走査させる方法が知られている。上記の方法によって基板へのレーザ光の照射を効率的に行うことができ、量産性を

高めることができるため、工業的に好んで使用される（例えば、特許文献１参照）。

【０００８】

【特許文献１】　特開平８－１９５３５７号公報

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

基板上に成膜された半導体膜のレーザアニールを効率的に行うため、連続発振のレーザから射出されたビームスポットの形状を光学系を用いて加工し、線状または楕円状のビームを基板に対して走査する方式が用いられている。

【００１０】

レーザを走査させる手段としてガルバノミラーが用いられる。ミラーに入射したレーザは基板方向に偏向される。ガルバノミラーを振動させ、ガルバノミラーの振り角を制御することによって、偏向されたレーザビームを基板全面に走査させることができる。ガルバノミラーの振動のみでレーザ光を走査できる上記の構成によって、基板をステージ等で往復動作させる必要がなくなり、短時間でレーザ照射を行うことが可能になる。

【００１１】

ガルバノミラーで偏向したビームはｆθレンズで集光することで常に平面上に焦点を結ばせることが可能になる。ガルバノミラーで偏向したビームはレンズの端から中央へと走査されることで、前記平面に配置された半導体膜上を走査される。しかし、レーザ集光の手段に用いるｆθレンズの透過率はレンズの中央と端では異なるため、これをそのままレーザ結晶化に用いると半導体膜上に照射されるレーザ光のエネルギー分布に差が生じ、半導体膜全面を均一に照射ができなくなる。半導体膜にレーザ照射を行う際には、レーザ光を均一に照射することによって半導体膜の均一な処理を行う必要がある。したがって上記のレンズの透過率の差に起因するエネルギー分布差を相殺し、被照射面におけるレーザ光の照射エネルギーを均一にする手段が必要であった。

【００１２】

本発明は上述した問題に鑑み、レーザ照射を効率的かつ均一に行うことができ

る連続発振のレーザ照射装置の提供を課題とする。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ガルバノミラー、ｆθレンズ光学系を用いたレーザ照射装置において、ｆθレンズの透過率変化に起因するエネルギー変化を相殺し、基板（被照射物）に与えられるエネルギー変動を抑制しながらレーザ光走査を行うことができるレーザ照射装置である。

【００１４】

ビームの走査はガルバノミラーによって行うが、通常レンズの透過率の差によって基板中央付近が最もエネルギーが高く、中央から基板端に向かってエネルギーが低くなる。レンズの透過率は場所によって連続的に変化するため、透過したビームのエネルギーも連続的に変化する。したがって本装置では、あらかじめレンズに入射するレーザ光のエネルギーを、レーザ光の偏光の分岐比を変化させる光学系とレーザ光の偏光方向に依存性のある光学系を組み合わせることによって制御し、レーザ光が入射するレンズ位置の透過率に応じて連続的に変化させる。レンズによる透過率変化を相殺するようにレーザ光のエネルギー制御を行うことによって、基板上に照射されるレーザ光のエネルギー変動の発生を防止することができる。

【００１５】

上記構成によって、レーザ光を被処理物に高速に照射することができ、かつ基板全面を均一に結晶化することが可能になる。

【００１６】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のレーザ照射装置の構成について説明する。

【００１７】

本発明のレーザ照射装置は、レーザ発振器（第１の手段）およびレーザ発振器から射出されたレーザ光を成形する光学系（第１光学系、第２の手段）を有する。光学系によって成形されたレーザ光は、ビームを基板方向に偏向させる偏向手段（第３の手段）によって、光学系１０４を介して、被処理物上に照射される。

また本装置はレーザ光を平面基板上に設けられた薄膜に、任意の位置に常に結像させることのできる第４の手段（第４光学系）を有する。さらに、本装置はレーザ光の偏光方向に対して依存性を持つ光学系と（第３光学系、第５の手段）とレーザ光の偏光の分岐比を制御する光学系（第２光学系、第６の手段）とを有する。本発明の構成では、前記第４の手段によって生じるビームのエネルギー差を相殺する目的で、前記第６の手段の動作を制御する。

【００１８】

図１に本発明のレーザ照射装置の概略を示す。本発明のレーザ照射装置１００は、レーザ光を発振する第１の手段に相当するレーザ発振器１０１を有する。なお図１では１つのレーザ発振器１０１を設けている例について示しているが、本発明のレーザ照射装置１００が有するレーザ発振器１０１はこの数に限定されない。レーザ発振器から出力される各レーザ光のビームスポットを互いに重ね合わせ、１つのビームスポットとして用いても良い。

【００１９】

レーザは、処理の目的によって適宜変えることが可能である。本発明では、公知のレーザを用いることができる。レーザは、連続発振の気体レーザもしくは固体レーザを用いることができる。気体レーザとして、Ａｒレーザ、Ｋｒレーザなどがあり、固体レーザとして、ＹＡＧレーザ、YVO_4レーザ、ＹＬＦレーザ、$YAlO_3$レーザ、Y_2O_3レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライドレーザ、Ｔｉ：サファイアレーザなどが挙げられる。基本波に対する高調波は、非線形光学素子を用いることで得ることができる。

【００２０】

さらに、固体レーザから発せられた赤外レーザ光を非線形光学素子に用いることでグリーンレーザ光に変換後、さらに別の非線形光学素子によって得られる紫外レーザ光を用いることもできる。

【００２１】

また本発明のレーザ照射装置１００は、レーザ発振器１０１から発振されるレーザ光を成形する第２の手段に相当する光学系１０２を有する。

【００２２】

レーザ発振器１０１から発振されるレーザ光の被処理物１０７におけるビームスポットの形状は、線状または楕円形状である。なおレーザから射出されるレーザ光の形状はレーザの種類によって異なる。ＹＡＧレーザの場合、射出されるレーザ光の形状はロッド形状が円筒形であれば円状となり、スラブ形であれば矩形状となる。なお、スラブ型のレーザから射出されるレーザ光は縦横でビームの広がり角が大きく異なるため射出口からの距離によって大きくビーム形状が変わる。このようなレーザ光を光学系１０２により、成形することにより、所望の大きさの線状または楕円状のレーザ光をつくることができる。

【００２３】

また、複数のレーザ発振器を用いる場合、前記光学系を用いて各レーザ発振器から出力されるビームスポットを互いに重ねあわせて１つのビームスポットを形成するようにしても良い。

【００２４】

本発明のレーザ照射装置１００は、被処理物１０７に対するレーザ光の照射位置を決定する第３の手段に相当するガルバノミラー１０３を有する。ガルバノミラー１０３を動作させ、レーザ光の入射角度及び反射角度を変化させることで、被処理物１０７におけるレーザ光の照射位置を移動（走査）させたり、レーザ光の走査方向を変えたりすることができる。ガルバノミラーを動作させることでレーザ光を被処理物１０７全面に走査させることができる。

【００２５】

本発明のレーザ照射装置１００は、第４の手段に相当する光学系１０４を有する。光学系１０４はレーザ光のビームスポットを被処理物１０７に集光する機能を有する。光学系１０４にはｆθレンズを用いる。ｆθレンズを用いることによってビームスポットの焦点を常に基板上に結ぶことができる。なお、用いるｆθレンズにはテレセントリックｆθレンズを用いても良い。テレセントリックｆθレンズを用いることでレンズ透過後のレーザ光の被処理物１０７に対する入射角度を一定にすることができ、被処理物１０７の反射率を一定に保つことが可能になる。

【００２６】

本発明のレーザ照射装置１００は、第５の手段に相当する光学系１０５を有する。光学系１０５はレーザ光の偏光方向に依存した反射率または透過率を持ち、それぞれガルバノミラーまたはビームスプリッターに相当する。

【００２７】

また、本発明のレーザ照射装置１００は、第６の手段に相当する光学系１０６を有する。光学系１０６には１／２λ波長板を用いることができる。１／２λ波長板はガルバノミラーの前方に配置する。本装置では１／２λ波長板を回転させることで偏光の分岐比を変化させ、光学系１０５にレーザ光を入射させる。光学系１０５は偏光依存性を持つため、偏光の分岐比を変化させることによって透過または反射されるレーザ光のエネルギーを制御することができる。上記の構成によって光学系１０４の透過率変化によるビームのエネルギー差を相殺することが可能になる。

【００２８】

そして、本発明のレーザ照射装置を用いてレーザアニールを行うことにより良質の半導体膜を得ることができる。また、前記半導体膜を用いることによって電気特性のバラツキが低減されたＴＦＴを得ることができる。

【００２９】

【実施例】

（実施例１）

本実施例ではビームを成形する光学系とガルバノミラーの間に１／２λ波長板とビームスプリッターを配置する構成について説明する。

【００３０】

図２にレーザ照射装置の一例を示す。レーザ発振装置２０１から発振されるレーザ光が直線偏光でＰ偏光の偏向特性を持つレーザを用いる場合について説明する。レーザ発振装置２０１から射出されたレーザビームは、ビームエキスパンダー２０２やシリンドリカルレンズ２０３を用いて線状のビームに成形される。

【００３１】

成形されたビームは１／２λ波長板２０４に入射する。１／２λ波長板２０４は入射面の中心を通る法線を軸として回転させることによってレーザ光の偏光の

分岐比を変化させる機能を有するため、１／２λ波長板２０４からの透過光に含まれるＰ偏光の割合を増減させることが出来る。

【００３２】

１／２λ波長板２０４を透過したレーザ光はビームスプリッター２０５に入射する。レーザ光はビームスプリッター２０５に入射し、透過光と反射光に分割される。本構成で用いるビームスプリッター２０５には、偏向依存性を有し透過率が偏光方向に対して強く依存する偏光ビームスプリッターを用いるのが良い。ここで、例えばＰ偏光に対して９８％、Ｓ偏光に対しては２％の透過率を持つ偏光ビームスプリッターを用いた場合を例に挙げる。ビームスプリッター２０５を透過するビームは主にＰ偏光で、反射されるビームは主にＳ偏光となる。ここで、１／２λ波長板２０４の光軸方向と入射光の振動方向が平行となるように１／２λ波長板２０４にレーザ光を入射させた場合、レーザ光はＰ偏光であるためビームスプリッター２０５を透過するレーザ光のエネルギー損失は最小となる。しかし１／２λ波長板２０４を回転させることで入射光の振動方向と１／２λ波長板２０４の光軸が角度θを持った場合、１／２λ波長板２０４を透過するレーザ光はＳ偏光の割合が大きくなるため、ビームスプリッター２０５で反射される割合も大きくなる。その結果ビームスプリッター２０５を透過するレーザ光のエネルギーは小さくなる。ビームスプリッター２０５に入射するレーザ光の偏光の分岐比は１／２λ波長板２０４の回転角度によって制御できるため、ビームスプリッター２０５からの透過光のエネルギーも制御することが可能になる。本装置はビームスプリッター２０５からの透過光を基板２１０へのレーザ照射に利用する。そのため、エネルギーを制御しながら基板２１０にレーザ照射することが可能になる。

【００３３】

基板２１０の上方にはガルバノミラー２０６とｆθレンズ２０７を配置する。ビームスプリッター２０５からの透過光はガルバノミラー２０６に入射する。ガルバノミラー２０６は基板方向にレーザ光を偏向させることができる。また、ガルバノミラー２０６の振り角を制御することによってレーザ光の入射角および反射角を制御することができ、レーザ光の走査をすることができる。

【００３４】

ガルバノミラー２０６によるレーザ光走査は図３のＸ軸方向に沿って行う。Ｘ軸の走査が終了後は、可動ステージ２０８で基板をＹ軸方向にビーム幅分づつ移動させ、ガルバノミラー２０６による走査を繰り返すことで基板２１０の全面を照射することができる。レーザ光の走査方法としては、線状ビームを図３（Ａ）に示すようにＸ軸を往復して走査させる方法や、図３（Ｂ）に示すように一方向に走査させる方法のどちらとしても良い。

【００３５】

ガルバノミラー２０６で偏向されたビームはｆθレンズ２０７に入射し、基板２１０に集光される。通常レンズの透過率はレーザの入射位置によって変化するため、基板２１０に与えられるレーザエネルギーも変化する。ここでガルバノミラーの動作を制御し、基板上へのレーザ走査速度を一定とした場合を例に挙げる。レンズの透過率は場所によって異なるため、透過率の変化によって走査されるレーザ光のエネルギーにも変化が生じる。基板上に走査されるレーザ光の照射エネルギー変化の一例を図４に示す。図４より基板中央付近ではレーザ強度が強く、基板端付近でレーザ強度が弱くなっていることがわかる。

【００３６】

本装置では、ガルバノミラー２０６によるビーム走査の際に、１／２λ波長板に入射するレーザ光の振動方向に対して１／２λ波長板２０４の光軸を回転させ、偏光の分岐比の制御も同時に行うことで基板２１０に与えられるレーザ光のエネルギーの制御を行う。１／２λ波長板２０４の回転角の制御はｆθレンズ２０７の透過率変化によるビームのエネルギー変化を相殺できるように、速度変化パターンを与えて連続的に行う。図４に示されたビームのエネルギー変化を相殺することのできる１／２λ波長板の回転角分布の一例を図５に示す。本装置では図５に示された分布で１／２λ波長板の回転を制御する。なお１／２λ波長板の回転角は０度以上４５度以下の範囲で行う。上記の構成で照射を行うことによって基板２１０に与えるエネルギーとアニール効率の変動を抑制しながら基板２１０全面を結晶化することができる。また、基板上に与えられる照射エネルギーの変化を抑制することができるため、レーザ照射跡に形成される結晶粒径が１０μｍ以

上の領域（大粒径領域）の幅も一定とすることができる。なお、偏光の分岐比は所望の大粒径領域の幅、半導体膜の材質、膜厚等の条件に応じて制御すると良い。ここで、ｆθレンズ２０７にはテレセントリックレンズを用いてもよい。テレセントリックレンズによってレーザ光の基板２１０への入射角度を、レンズ入射位置によらず一定とすることができ、被照射物の反射率を一定とすることができる。なおガラス基板などの、レーザ光を透過する基板にレーザ照射をする場合、基板表面からの反射光と基板裏面からの反射光によって基板上に干渉縞が生じることもあるため、基板に対して斜め方向からレーザ光を入射させる構成としても良い。

【００３７】

なおビームスプリッター２０５の表面に減反射コーティング等を施し、出来るだけ透過光量を多くすることでレーザパワーの損失を低減しても良い。また、ビームスプリッター２０５からの透過光を基板の照射に利用するかわりに、反射効率の高いビームスプリッターを用い、ビームスプリッターからの反射光を基板に入射させる方式としても良い。さらに、ビームスプリッター２０５からの透過光を１／４λ波長板で無偏光のレーザ光に変換してからレーザ照射を行ってもよい。

【００３８】

レーザ発振装置２０１から射出されるレーザ光が無偏光の場合にはシリンドリカルレンズ２０３と１／２λ波長板２０４の間に１／４λ波長板を配置する。１／４λ波長板を用いることで無偏光のレーザ光を直線偏光のレーザ光に変換することができる。直線偏光のレーザ光は上記の方法によってエネルギーの制御を行うことができるため、ｆθレンズの透過率変化によるビームのエネルギー変化を相殺し、基板に与えるエネルギーの変動を抑制することが可能になる。

【００３９】

（実施例２）

実施例１において示したレーザ光の走査をＸ軸とＹ軸ともにガルバノミラーを制御することで行う場合について説明する。

【００４０】

本装置で用いるｆθレンズの透過率は場所によって異なるため、透過率の変化に

よって走査されるレーザ光のエネルギーにも変化が生じる。基板上に走査されるレーザ光の照射エネルギー変化の一例を図６に示す。図６より基板の中央付近ではレーザ強度が強く、中央から基板端に向かって同心円状にレーザ強度が弱くなっていくことがわかる。したがって、レンズの透過率が高くなる基板の中央付近ではビームスプリッターからの透過光強度を減少させるように１／２λ波長板の回転を制御することによって基板上に与えられる照射エネルギーの変化を抑制することが可能になる。

【００４１】

図６に示されたビームのエネルギー変化を相殺することのできる１／２λ波長板の回転角分布の一例を図７に示す。本装置では図７に示された分布でレーザ走査を行う。なお１／２λ波長板の回転角は０度以上４５度以下の範囲で行う。上記の構成で照射を行うことによって、レンズの透過率変化に起因する基板の照射効率変化および基板のアニール効果変動を抑制することが可能になる。

【００４２】

基板上の半導体膜のレーザ結晶化を行う場合には、基板上に与えられる照射エネルギーの変化を抑制することによって、レーザ照射跡に形成される結晶粒径が１０μｍ以上の領域（大粒径領域）の幅も一定とすることができる。なお、偏光の分岐比は所望の大粒径領域の幅、半導体膜の材質、膜厚等の条件に応じて制御すると良い。

【００４３】

（実施例３）

本実施例ではビームを成形する光学系とガルバノミラーの間に１／２λ波長板を配置する構成について説明する。

【００４４】

レーザ発振器から発振されたレーザ光が直線偏向である場合について説明する。ここでＰ偏光の偏向特性を持つレーザを用いる場合について例に挙げる。

【００４５】

レーザ発振器から射出されたレーザ光は光学系によって成形される。成形されたビームは１／２λ波長板に入射する。１／２λ波長板は入射面の中心を通る法線

を軸として回転させることによって入射光の偏光の分岐比を変化させる機能を有するため、入射光に含まれるＰ偏光の割合を増減させることが出来る。１／２λ波長板の光軸方向と入射光の振動方向が平行となるように１／２λ波長板にレーザ光を入射させた場合、レーザ光はＰ偏光であるため、ビームスプリッターを透過するレーザ光のエネルギー損失は最小となる。しかし１／２λ波長板を回転させることで入射光の振動方向と１／２λ波長板の光軸が角度θを持った場合、１／２λ波長板を透過したレーザ光はＳ偏光の割合が大きくなる。

【００４６】

１／２λ波長板を透過したレーザ光はガルバノミラーに入射する。ガルバノミラーは基板方向にレーザ光を偏向させることができる。また、ガルバノミラーの振り角を制御することによってレーザ光の入射角および反射角を制御することができ、レーザ光の走査をすることができる。

【００４７】

ここで、本実施例の装置ではガルバノミラーの反射率が偏光依存性を持ち反射率がレーザの偏光に依存するものを用いる。例えば波長５３２ｎｍのＮｄ：ＹＡＧレーザを光源に用いた場合、レーザ光のガルバノミラーへの入射角が基板上の全面照射が可能となる範囲において、Ｐ偏光の反射率が９８．５％、Ｓ偏光の反射率が９９．５％のミラーを用いることができる。ここで、１／２λ波長板の光軸方向と入射光の振動方向が平行となるように１／２λ波長板にレーザ光を入射させた場合、１／２λ波長板を透過するレーザ光の大部分がＰ偏光である。しかし、１／２λ波長板を回転させることで入射光の振動方向と１／２λ波長板の光軸が角度θを持つと、１／２λ波長板を透過するレーザ光はＳ偏光の割合が大きくなる。したがってガルバノミラーで反射されるレーザ光のエネルギーは、１／２λ波長板を回転させない場合に比べ大きくなる。上記の方法によって基板上に照射されるレーザ光のエネルギーを制御することができる。なお、ガルバノミラーに所望の偏光依存性を持つ誘電体多層膜等のコーティングを行い、基板上を全面照射するのに必要な回転角度において反射率が一定で、より偏光依存性を強く示すミラーを用いてもよい。

【００４８】

ガルバノミラーで反射されたレーザ光はｆθレンズで基板上に集光される。通常レンズの透過率はレーザの入射位置によって変化するため、基板上に与えられるレーザエネルギーも変化する。したがって本装置では、ガルバノミラーによるビーム走査の際に、１／２λ波長板の回転の制御も同時に行い、レーザ光のエネルギーの制御を行う。１／２λ波長板の回転はｆθレンズの透過率変化によるビームのエネルギー変化を相殺できるように、速度変化パターンを与えて連続的に行う。そのため、基板に与えるエネルギーの変動を抑制することが可能になる。上記の構成によって基板上に与えるエネルギーとアニール効率の変動を抑制しながら基板全面を結晶化することができる。本装置は波長板で入射光の偏光の分岐比を変化させることによってエネルギーを制御する構成のため、ｆθレンズ等の装置構成を換えた場合でも基板に与えられるレーザ光のエネルギー変動を相殺することが容易に可能になる。

【００４９】

なおｆθレンズにはテレセントリックレンズを用いてもよい。テレセントリックレンズによってレーザ光の基板への入射角度を、レンズ入射位置によらず一定とすることができ、被照射物の反射率を一定とすることができる。なおガラス基板などのレーザ光を透過する基板にレーザ照射をする場合、基板表面からの反射光と基板裏面からの反射光によって基板上の被照射物に干渉縞が生じることもあるため、基板に対して斜め方向からレーザ光を入射させる構成としても良い。

【００５０】

また、レーザ発振器から射出されるレーザ光が無偏光の場合、ビームを成形する光学系と１／２λ波長板の間に１／４λ波長板を配置する。１／４λ板を用いることで無偏光のレーザ光を直線偏光のレーザ光に変換することができる。直線偏光のレーザ光は上記の方法によってエネルギーの制御を行うことができるため、ｆθレンズの透過率変化によるビームのエネルギー変化を相殺し、基板に与えるエネルギーの変動を抑制することが可能になる。

【００５１】

【発明の効果】

本発明のレーザ照射装置はガルバノミラー、ｆθレンズを有しており、ガルバ

ノミラーの動作と同期させてレーザ光の偏光の分岐比を制御する１／２λ波長板と、透過率または反射率が偏光方向に依存する光学系とを用いることによって照射エネルギーを制御しながら被処理物上にレーザ照射を行うことができる。本発明のレーザ照射装置により、被照射体（半導体膜）に対するレーザアニールの工程を高いスループットを保ちながら均一に行うことが可能になる。また、半導体膜に対するレーザアニールの工程によって形成された、複数の半導体素子間の特性のバラツキを抑えることが可能になる。このように、本発明は工業上有益である。

【００５２】

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明のレーザ照射装置の構成を示す図。

【図２】　本発明が開示するレーザ照射装置の例を示す図。

【図３】　レーザ光の走査方法を示す図。

【図４】　レンズの透過率変化によるビームのエネルギー変化の例を示す図。

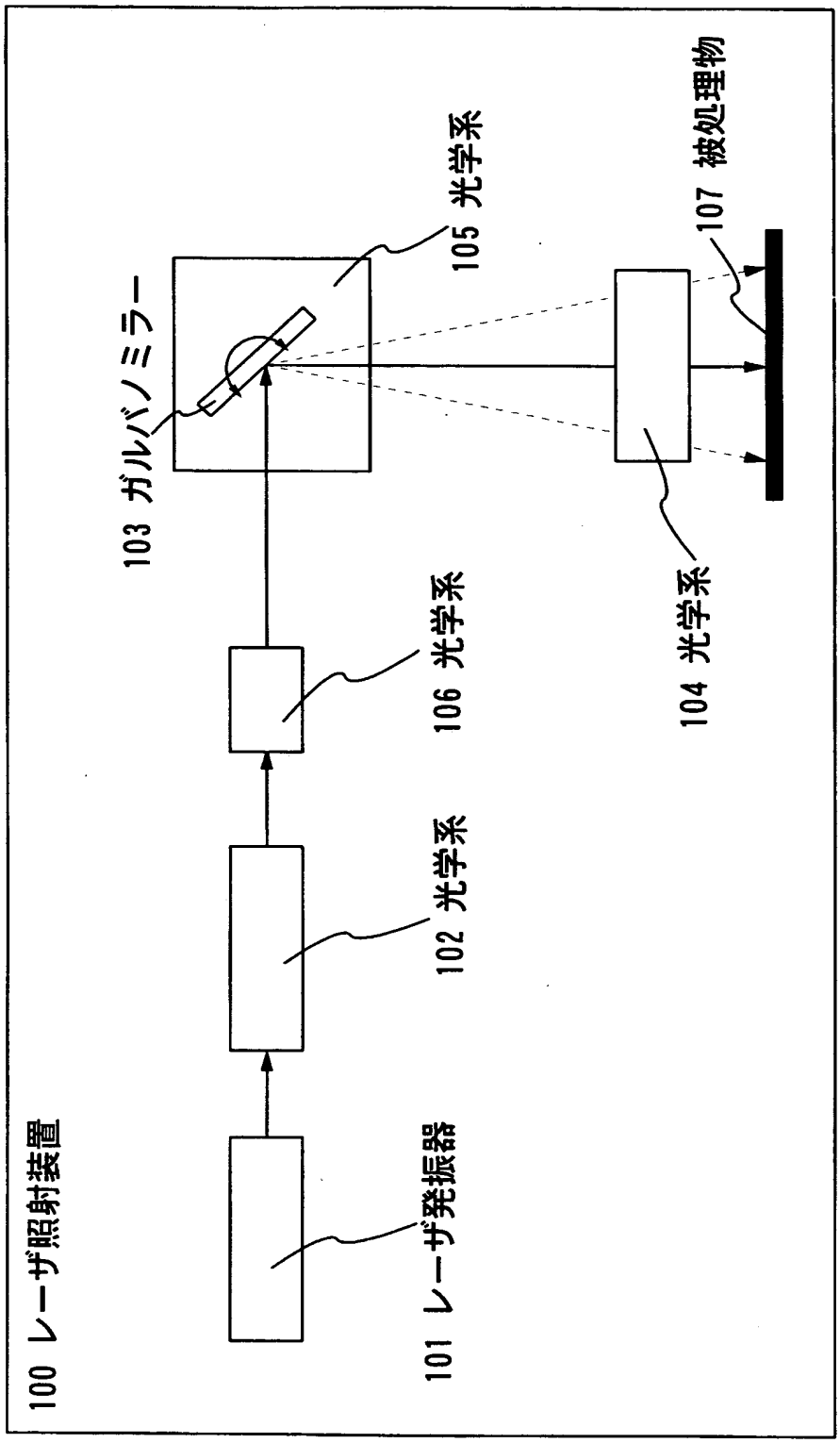
【図５】　本発明が開示する１／２λ波長板の回転角の例を示す図。

【図６】　レンズの透過率変化によるビームのエネルギー変化の例を示す図。

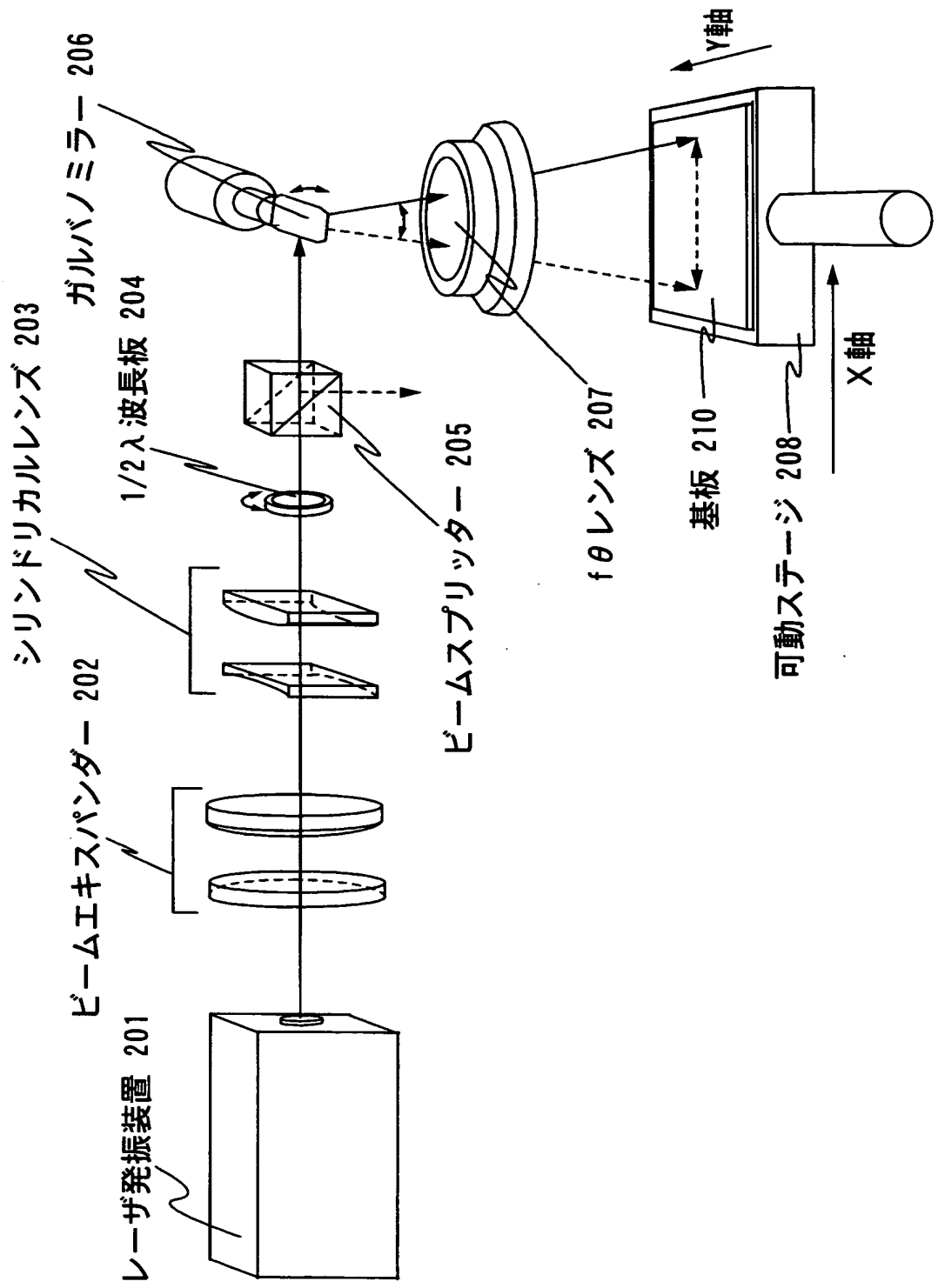
【図７】　本発明が開示する１／２λ波長板の回転角の例を示す図。

【書類名】　　図面

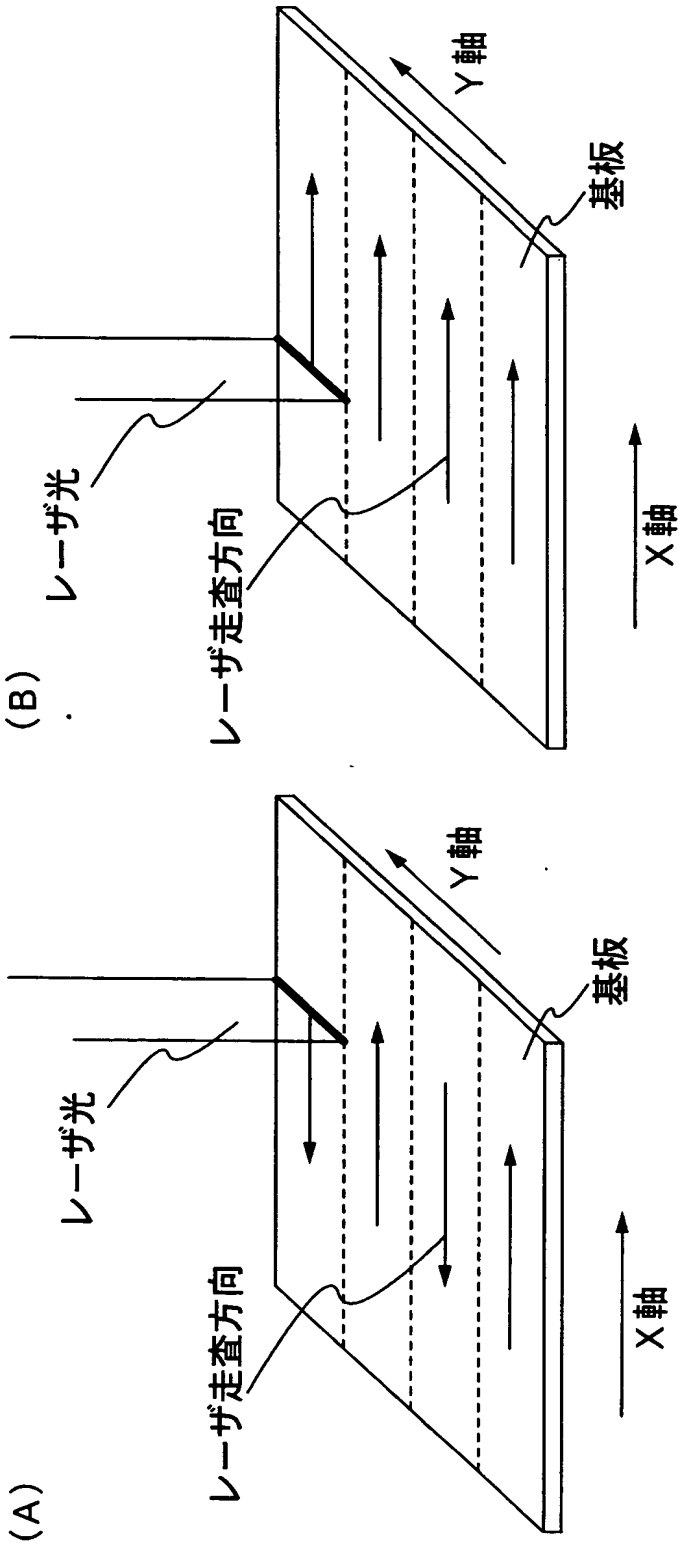
【図１】


100 レーザ照射装置
101 レーザ発振器
102 光学系
106 光学系
103 ガルバノミラー
105 光学系
104 光学系
107 被処理物

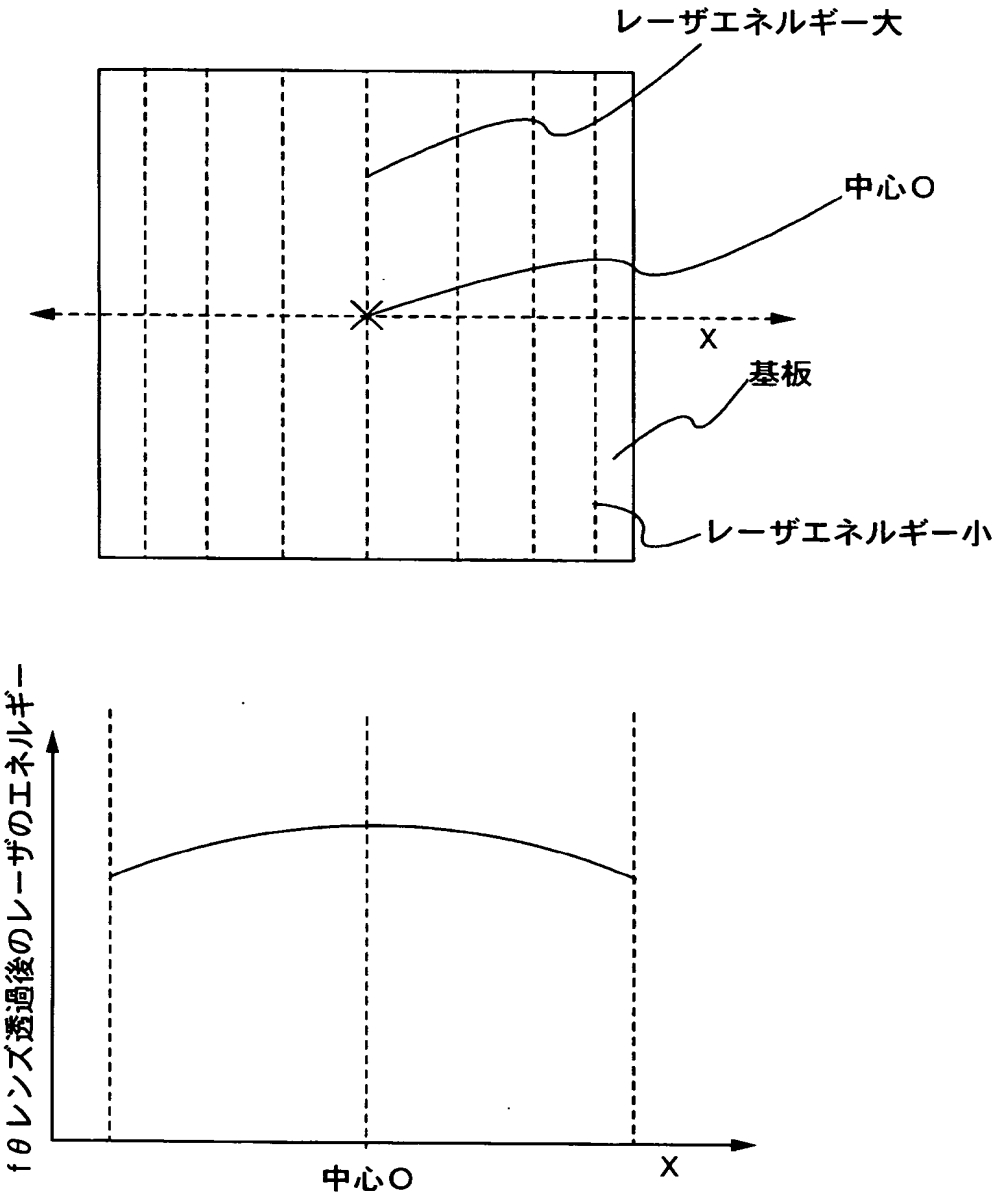
【図２】


レーザ発振装置 201
ビームエキスパンダー 202
シリンドリカルレンズ 203
1/2λ波長板 204
ビームスプリッター 205
ガルバノミラー 206
fθレンズ 207
可動ステージ 208
基板 210
Y軸
X軸

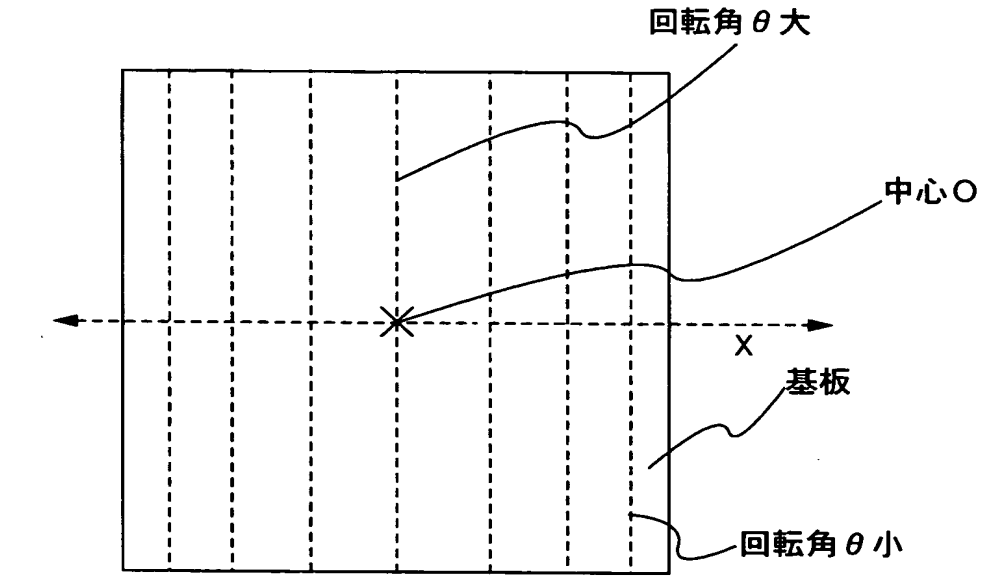
【図３】

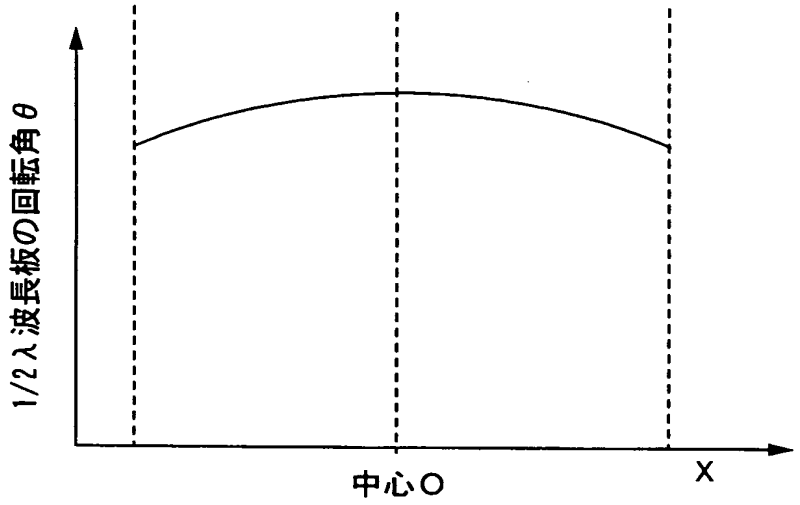


【図４】

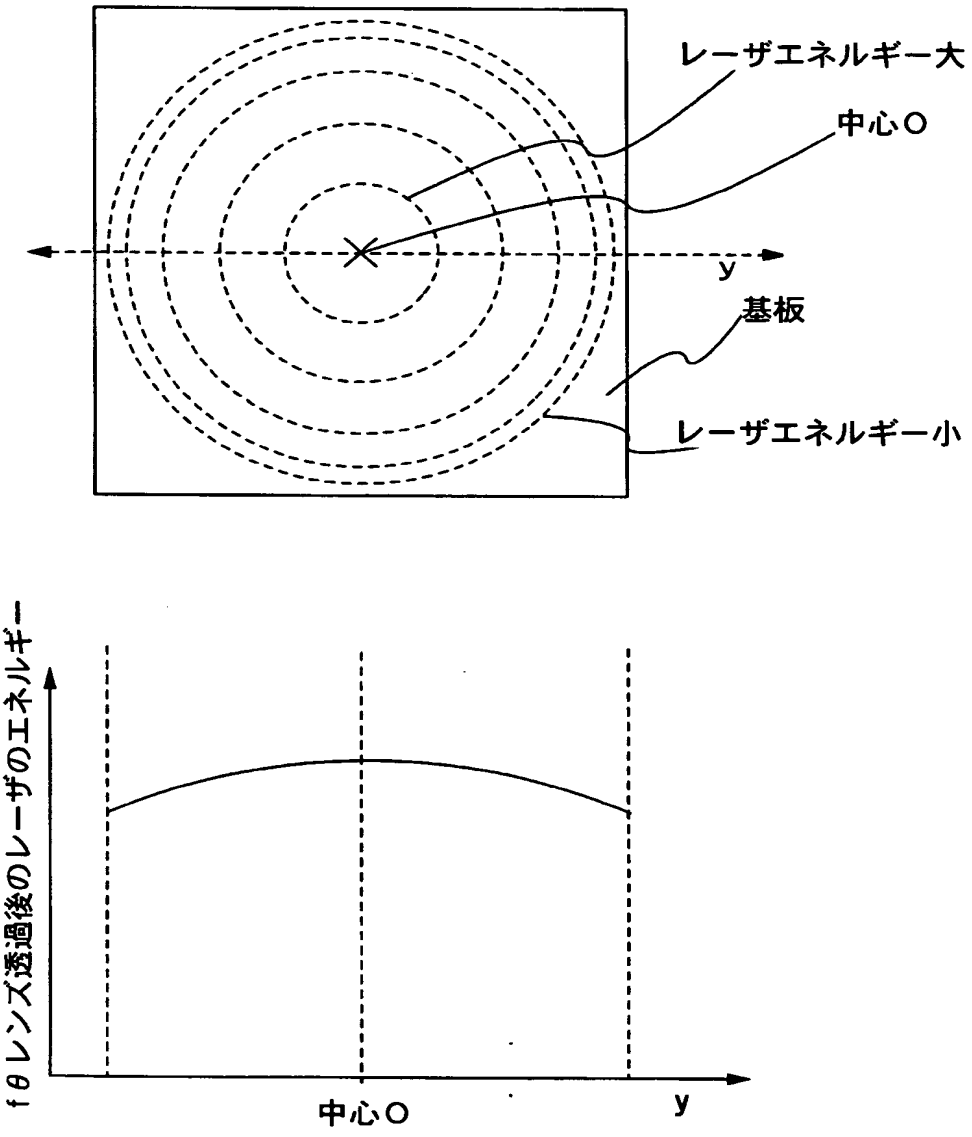


【図５】

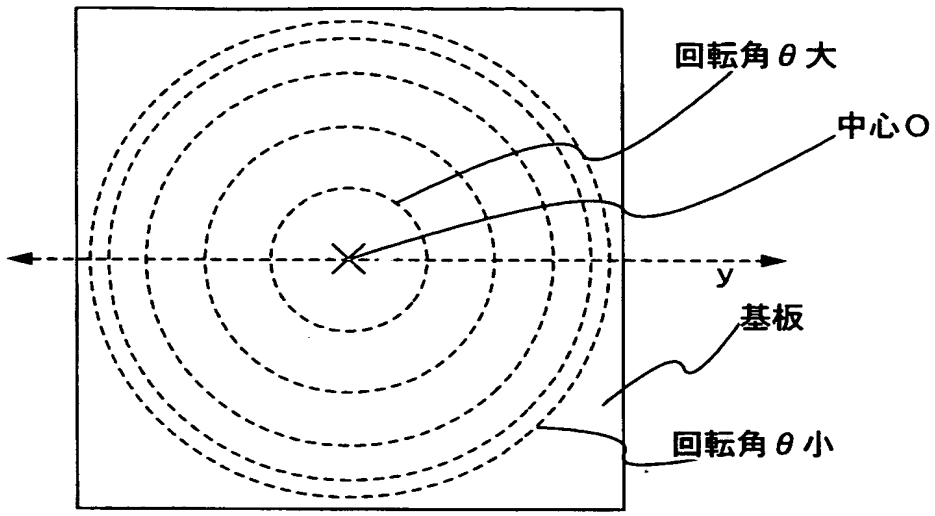


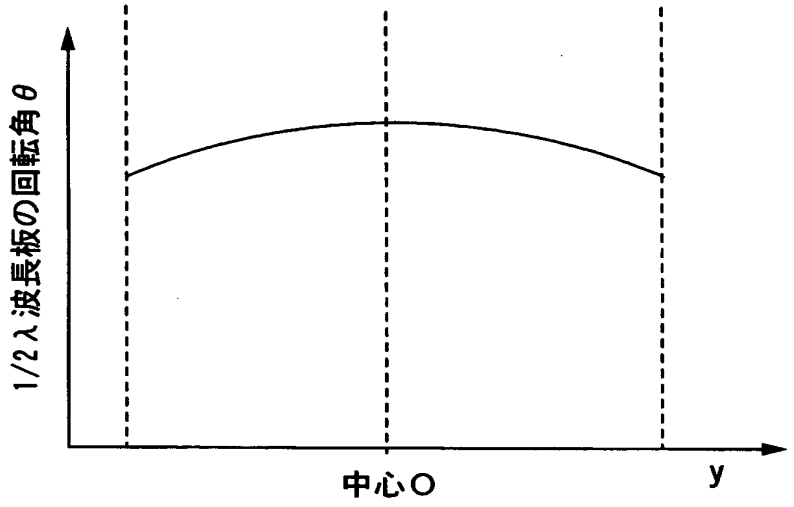


【図６】



【図７】





【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　レーザ照射を効率的かつ均一に行うことができる連続発振のレーザ照射装置の提供を課題とする。

【解決手段】　本発明は、ガルバノミラー、ｆθレンズ光学系を用いたレーザ照射装置において、ｆθレンズの透過率変化に起因するエネルギー変化を相殺し、基板に与えられるエネルギー変動を抑制しながらレーザ光走査を行うことができるレーザ照射装置である。また本発明は、あらかじめレンズに入射するレーザ光のエネルギーを、レーザ光の偏光の分岐比を変化させる光学系とレーザ光の偏光方向に依存性のある光学系を組み合わせることによって制御し、レーザ光が入射するレンズ位置の透過率に応じて連続的に変化させる。レンズによる透過率変化を相殺するようにレーザ光のエネルギー制御を行うことによって、基板上に照射されるレーザ光のエネルギー変動の発生を防止する。

【選択図】　図１

特願２００２－３０１８９６

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００１５３８７８］

１．変更年月日　　１９９０年　８月１７日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　神奈川県厚木市長谷３９８番地
氏　名　　株式会社半導体エネルギー研究所